

LA EROSION POR ARROYADA EN UNA ESTACION EXPERIMENTAL (REQUENA, VALENCIA)

Neus La-Roca Cervigon*

RESUMEN

Se pretende establecer las tasas de erosión en tres laderas de diferente exposición y grado de cobertura vegetal, en un ambiente de clima mediterráneo seco utilizando el método de las cajas Gerlach.

Análisis complementarios detallados de las laderas en estudio y análisis texturales del suelo de las mismas y de los sedimentos recogidos nos permiten extraer conclusiones acerca del mecanismo de dichos procesos.

Por último se hace una pequeña crítica sobre la adaptabilidad del método de Gerlach a nuestro ambiente mediterráneo.

SUMMARY

This paper is an attempt to establish the erosion rate on three slopes with different exposure and vegetal cover by means of the Gerlach trap method, in an area of Mediterranean dry climate.

Detailed complementary analysis of slope morphology and soil and sediments texture allow us to make conclusions about the process dynamic.

At the end small criticism of the Gerlach method accuracy to our Mediterranean ambient is pointed out.

En un paisaje de clima mediterráneo, como el del País Valenciano, en el que el área afectada por los graves efectos de una erosión acelerada se está extendiendo a medida que se incrementa la superficie afectada por los incendios forestales, el mecanismo de los procesos geomórficos causantes de las

* Departamento de Geografía General. Facultad de Geografía e Historia. Universidad de Valencia. Apartado 22005. 46000 Valencia.

pérdidas de suelo y su velocidad de actuación son todavía muy poco conocidos. El presente trabajo intenta una aportación al estudio de los procesos de arroyada en un ambiente mediterráneo seco.

METODOLOGIA

Tras experimentos realizados con otras técnicas de medición de la erosión por arroyada (ver trampas de YOUNG (1972)), se nos planteó la necesidad de recoger la totalidad del sedimento transportado en suspensión y, para explicar el mecanismo del proceso, la de poner en relación la cantidad de sedimento arrastrado con el volumen de agua que lo transportó. Escogimos el método de Gerlach (ver DUNNE 1977), recomendado por Inbar, por su sencillez y asequibilidad.

Procedimos a la instalación de las cajas en tres laderas de diferente exposición y grado de cobertura vegetal. Las situamos para estos experimentos iniciales, cerca de la cresta por razones de accesibilidad y a distancias de la misma aproximadamente iguales, con el fin de facilitar las posteriores comparaciones entre los resultados obtenidos.

Dado que la capacidad de erosión por arroyada, según los distintos autores (STRAHLER (1965), YOUNG (1972),...) se incrementa en relación directa al ángulo de la vertiente, hemos reconstruido los perfiles de las laderas en estudio con todo detalle. Efectuamos las mediciones sobre el terreno con el pantómetro de vertientes (PITTY 1968), que permite tomar los ángulos de metro en metro y ofrecer así un detallado reflejo de la microtopografía. Las series de ángulos han sido procesadas en ordenador, con la ayuda de un programa elaborado por CALVO, (*in fieri*) que, entre otras muchas posibilidades, dibuja directamente el perfil y la curva de variación de ángulos correspondientes con el *plotter*.

Por último hemos analizado en el laboratorio la textura del suelo de las laderas y del sedimento recogido en las cajas, para estudiar en cada caso las características del flujo y contrastarlas con el tipo de precipitación que lo provoca¹.

CARACTERISTICAS GENERALES DE LA ZONA

Hemos escogido para nuestro estudio un pequeño valle en el término de Requena, el del barranco García –cuenca del Túria– por su proximidad

1. Agradecemos a M.P. Fumanal y a P. Carmona, compañeras del Dpto. de Geografía su ayuda y sus enseñanzas en este campo.

EROSION EN ESTACION EXPERIMENTAL

a Valencia y porque pertenece a una finca privada², lo que nos asegura salvaguardar las cajas de los irresponsables.

El valle se excava en el material detrítico margo-arcilloso rojo, con intercalación de conglomerados (paleocauces) y alguna capa de arenisca, de relleno mioceno de la fosa de Chera. El colector principal más inmediato es el río Reatillo afluente del Túria. En este tramo de su curso recoge la red de cárcavas que drena la fosa hacia NE, dando lugar a un relieve tipo badland, pero no auténtico, debido al freno a la erosión, que suponen los bancos de conglomerados.

Actualmente toda la red está experimentando un rejuvenecimiento desde el nivel de base local (Reatillo). Las cárcavas de perfil transversal en V presentan tramos de fondo plano de relleno en parte recientemente incididos, tanto más intensamente cuanto más cercanos al Reatillo, como es el caso del Bco. García.

RASGOS MORFOLOGICOS DE LAS LADERAS

Las laderas talladas sobre este material terciario poco competente son algo pronunciadas, alcanzando con frecuencia los 30° y más en su tramo medio, aunque la pendiente media es de unos 20°. Presentan un microrrelieve acusado, incluso del orden del 1/2m, que se corresponde con la estructura litológica del sustrato. En la actualidad son modeladas fundamentalmente por procesos de arroyada superficial, pero hay que destacar también la importancia de los movimientos del tipo colada de fango de pequeño tamaño.

Las tres laderas en estudio están orientadas a N (1 E)(1), W (310 E)(2) y a S (165 E)(3). Su pendiente media respectivamente es de 20,13° l.N, 21,5° l.W y 22,3° l.S. La mayor variación de ángulo se registra en la ladera S: 45,9 frente a 41,6 l.W. y 33,4 l.N.

Sintetizando, la forma general de las tres es cx-r-cv-cs (fig. 1). Esta última convexidad refleja la última incisión anterior a la actual. La suavización al pie del perfil, especialmente perceptible en la ladera S, que acaba en pequeño tramo recto, se corresponde con el relleno del valle arriba aludido.

Pero nos interesa sobre todo el tramo de la ladera situado aguas arriba de las cajas. Estas han sido colocadas –si obviamos la microforma– en el tramo recto (o inmediato a él), es decir, que aguas arriba la forma general es cx-r. La distancia de cada caja a la cresta varía ligeramente: 36 m en la N, cajas A1 y A2, 35 m en la W, caja A3 y 28 m en la S, caja A4. El ángulo medio de este tramo es respectivamente de 18,7°N, 17,9°W y 22,28°S, por

2. Aprovechamos la ocasión para agradecer a los Sres. Vera, propietarios de la finca, la colaboración y ayuda para la realización de este trabajo.

tanto, algo superior en la ladera S. Por lo que respecta a la microtopografía, muy irregular en las tres laderas, cabe destacar –por la influencia que tiene en la calidad y cantidad del sedimento recogido en la caja A2– la pequeña, aunque pronunciada concavidad (en 4 medidas se pasa de 30 a 16°) seguida de un escalón (en 2 medidas se pasa de 16 a 28°) existente en el perfil 1.

El diferente estado de la cobertura vegetal en las tres laderas nos ha permitido establecer tasas de erosión “normal” y de erosión acelerada. Esta zona sufrió un incendio en 1980 que afectó a las laderas N y S, mientras que la W conserva su vegetación natural de bosque de *Pinus halepensis* con sotobosque mediterráneo de *Erica*, *Thymus*, *Rosmarinus*, *Cistaceae*, *Ulex parviflorus*, *Quercus coccifera*, *Juniperus oxycedrus*,... Debido a la diferencia orientación y a la mayor pendiente de la ladera S, la regeneración de la vegetación tras el incendio ha sido aquí mucho más lenta. En 1982, cuando se comenzaron los experimentos, la ladera N presentaba una vegetación rala formada fundamentalmente por *Rubia peregrina* (una de las primeras colonizadoras), *Quercus coccifera*, gramíneas y compuestas. Actualmente al regenerarse la vegetación han entrado nuevos taxones y la cobertura es casi total, mientras que en la ladera S el porcentaje de suelo descubierto supera al de suelo protegido.

Clima

Los datos climáticos han sido interpolados a partir de las dos estaciones más cercanas: Requena y Buseo (ELIAS CASTILLO (1979)). Los totales anuales de precipitación en esta zona de clima mediterráneo cálido y seco, ascienden a una media de 400-500 mm y la ETP media supera los 700 mm, con una temperatura de 14C. Las lluvias diarias pueden llegar a ser muy cuantiosas: lluvias de 50 mm/24 h tienen un periodo de recurrencia de 2 años, 90 mm/24 h de 10 años y 100 mm/24 h cada 50 años. Cada 10 años existe la probabilidad de que se registre una precipitación máxima de 70-80 mm en 12 h o una de 50-60 mm en una hora.

En el periodo dic. 77 - dic. 81 se registró en la zona una prolongada sequía especialmente aguda al final, ag. 80 - dic. 81 (BOIX et al (1982)). Por ello en las primeras recogidas de sedimento aparecen todavía abundantes cantidades de carbones procedentes del incendio de 1980 (las cajas se colocaron en julio del 82).

RESULTADOS

Se han obtenido un total de 25 registros de sedimento y agua entre las 4 cajas: 7 en la A1, 7 en la A2, 5 en la A3 y 6 en la A4. Para su mejor comprensión hemos resumido los datos en 2 cuadros. El primero recoge la regulación peso de sedimento por litros de agua, por caja y periodo de registro.

EROSION EN ESTACION EXPERIMENTAL

En el segundo se resumen las tasas de erosión calculadas para distintos lapsos de tiempo y expresadas en diferentes unidades.

No todas las medidas son absolutamente fiables, por razones diversas, mencionadas en el cuadro 1: desbordamiento de la caja, presencia de pinocha caída o imperfecto contacto del labio en las primeras medidas. No obstante se incluyen en el cuadro, pues guardan una conexión dentro del conjunto y, hecha esta salvedad, permiten un comentario.

Comparando entre sí los resultados obtenidos para cada vertiente nos encontramos con que en la ladera S se recoge con mucho, la máxima cantidad de sedimento por litro, es decir, que en esta ladera la misma cantidad e intensidad de precipitación³ produce un flujo más cargado de sedimentos: desde 200 veces más si las lluvias son torrenciales y de 15 a 30 veces superior si las lluvias son suaves. Las causas son múltiples: aquí se conjugan una mayor pendiente (22,8 frente a 18) y sobre todo una falta del manto vegetal y por consiguiente también de un horizonte húmico, que confiera cierta cohesión a la superficie del suelo. Así nos encontramos con dos aspectos que se suman: el flujo es más cuantioso (ver litros recogidos en el cuadro 1) y más enérgico, y la erodibilidad del sustrato es mayor.

Pensamos que la evolución de la ladera S –frente a la de la N u W– está sujeta a un control por transporte (YOUNG 1972), es decir, la evacuación del material meteorizado, abundante en su superficie, depende de la energía y cuantía del flujo superficial, agente de transporte. De ahí, que el incremento de la ratio gr/l paralelo al de la intensidad de la precipitación sea mucho más rápido en la columna correspondiente a la caja A4 que en el resto –y eso teniendo en cuenta que la caja A4 desbordó.

Otro aspecto que queremos resaltar es el de la progresiva disminución en la vertiente N y la equiparación a la de la vertiente W, a medida que se regenera la vegetación arbustiva tras el incendio. Las diferencias entre las cajas A1 y A2 de la ladera N se explican por el microrrelieve arriba descrito. El escalón descarnado suministra una cierta cantidad de sedimento, produciendo tasas ligeramente mayores para la caja A2.

Podemos ofrecer una tasa gr/l para periodos de lluvias suaves (de intensidad menor a 30 mm/24h, bien repartidas a lo largo del día): en la vertiente vegetada la tasa se uniformiza en torno a los 0,10 gr/l, mientras que en la vertiente desprotegida, más sensible a las variaciones de intensidad de la precipitación oscila entre 1,5 y 2,7 gr/l.

Las tasas más interesantes son las de descenso de suelo, reunidas en el cuadro 2⁴. Las hemos calculado para el periodo total de observaciones y

3. Los datos de precipitación recogidos en el cuadro proceden de la estación de Requena situada a 9 km de la zona de experimentación y son algo inferiores.
4. Para la transformación de Tm/Ha en mm hemos utilizado la densidad de 2,3 gr/cm³ que nos parece la más adecuada para este suelo arenoso/arcilloso.

NEUS LA-ROCA CERVIGON

según diferentes criterios que se definirán en la explicación.

Considerando los datos de todo el período, 1.7.82/13.6.84, obtenemos una tasa anual media de 0,07 mm para erosión acelerada y 0,002 mm para erosión "normal". Hemos comparado estos resultados, que recogen las precipitaciones de oct. 82, con los del periodo 6.2.83/11.3.84, que las excluyen. Las tasas en vertiente vegetada son inferiores, 0,0005-0,0003, mientras que en la vertiente S son ligeramente superiores, 0,087. Esta distorsión es debida a la obstrucción de la caja A4. Por tanto, la tasa de 0,57 mm producida por una precipitación torrencial de 286,3 mm, indica solo un tope inferior, es decir, la tasa real es mayor de 0,057 mm. Los 0,003 mm para la vertiente vegetada son más fiables. Por último el periodo 15.10.83/13.6.84 con un total de 280,3 mm de precipitación suave, reúne los datos más fiables, por mejor adaptación de las cajas al terreno y por no presentar problemas de desbordamiento, etc. La vegetación ya se ha afianzado en la vertical N y obtenemos tasas de 0,00005 ó 6 mm en vertiente vegetada frente a 0,00171 mm en vertiente desnuda.

Resumiendo: en las ladreas protegidas la tasa es del orden de 10^{-4} mm para precipitaciones típicas mediterráneas (donde se combinan lluvias intensas con lluvias suaves), si bien inferiores a la media anual (272,8 mm). Si las lluvias son suaves, aún con totales superiores (283,8 mm) la tasa desciende al orden de 10^{-5} mm. Con lluvias torrenciales (286,3 mm) se incrementa a 10^{-3} mm.

En las vertientes desnudas la tasa para precipitaciones suaves es del orden de 10^{-3} mm. Las demás son poco fiables.

Si comparamos nuestros resultados a los obtenidos por otros autores obtenemos tasas semejantes a las de CALVO y FUMANAL (1983) para las precipitaciones torrenciales de oct. 82. Nuestras tasas para precipitaciones suaves en zona vegetada son del mismo orden de magnitud que las que GERLARCH (1966) obtuvo en clima templado y vertientes cubiertas de prado. Sin embargo todas son muy inferiores a las obtenidas por GABERT (1964) y SALA (1983) en ambiente mediterráneo.

CRITICA A LA METODOLOGIA

Como aspectos negativos de la aplicación de esta técnica en nuestro ambiente queremos resaltar dos relacionados con la adaptabilidad de la caja al terreno y con su capacidad.

Por nuestras experiencias, ver cajas A1 y A2, podemos afirmar con DUNNE (1977) que "una caja tan corta como la de GERLACH es satisfactoria si no hay una variabilidad espacial significativa a lo largo de la vertiente". El microrrelieve y también la vegetación introducen variaciones que

EROSION EN ESTACION EXPERIMENTAL

serían salvables con la instalación de varias cajas en paralelo y la obtención de la tasa media.

También superable es la dificultad de adaptación del labio de la caja al terreno, cuando la microtopografía es muy irregular. De hecho el contacto perfecto desde el principio solo se obtuvo en la ladera boscosa.

Pero hay un tercer problema insoluble que es el de la obstrucción de la caja con precipitaciones de gran intensidad en vertientes poco protegidas.

Por todo ello, consideramos que es un método muy válido para calcular la erosión "normal", cuidando los aspectos arriba señalados, pero muy poco fiable para el estudio de la erosión acelerada, para el que habría que encontrar algún método complementario.

ANALISIS SEDIMENTOLOGICO

Hemos obtenido dos series de curvas e histogramas a partir de las muestras de suelo y el sedimento recogido en las cajas: una para la vertiente S, caja A4, y otra para la N, cajas A1 y A2. Los sedimentos recogidos en la caja A3 no han sido analizados, pues eran demasiado escasos.

Por lo que respecta a la muestra de suelo, o de referencia, de la ladera S presenta una curva típica para una arroyada más o menos difusa, que produce unos sedimentos cuya clasificación es buena para la arena gruesa y media y muy deficiente en el resto.

En comparación a ella la curva e histograma correspondientes a los sedimentos recogidos el 15.10.83 muestran una mejor clasificación de las arenas, lo que indica una tendencia a la concentración del flujo, probablemente debido a que las lluvias que los produjeron eran relativamente intensas (hay registrada una de 26,5 mm). Al comparar los histogramas se aprecia una clara selección de material arenoso, la arena gruesa se desprecia en favor de la fina.

Por el contrario la curva correspondiente a la carga sólida recogida el 18.11.83 es más tendida, revela peor clasificación que la muestra de referencia. En este periodo solo unas lluvias rebasan los 10 mm/24 h, la del 16.11. de 21 mm. Lástima no poseer datos de intensidad horaria! Sin embargo también en este caso el histograma correspondiente refleja la selección ejercida por el flujo, de poca energía, a favor de la arena fina.

En la segunda serie la muestra de referencia da igualmente una curva típica de arroyada difusa, pero con una concavidad al final, que indica un proceso de decantación de los tamaños más finos, explicabe por la microtopografía.

La decantación queda mejor reflejada en las curvas e histogramas correspondientes a los sedimentos recogidos en la caja A2, especialmente las

del 14.11.82. Como explicación recordar aquí de nuevo al marcado microrelieve cóncavo previo a esta caja. Es decir, se trataría de un carácter heredado acentuado por la pérdida de energía del flujo al disminuir el ángulo de pendiente y –esto aclara las diferencias entre el sedimento del 14.7.82 y del 14.11.82– al aumentar la población de herbáceas justo delante de la caja.

Por lo demás las curvas A2 no presentan ningún tipo de clasificación, asemejándose más bien a las propias de un flujo lento y denso.

La curva e histograma correspondiente al sedimento de la caja A1 (A1 14.11.82) corresponde a un flujo concentrado más energético. La clasificación de las arenas es mejor que en la muestra de referencia. Aquí el microrrelieve no ha enmascarado las características que se esperan de un flujo provocado por las intensas y cuantiosas lluvias de oct. 82.

La arroyada selecciona siempre para su arrastre los tamaños más finos. En las muestras de referencia el porcentaje de arena es siempre superior al de la arcilla, mientras que en las muestras recogidas en las cajas solo en una ocasión, A4 15.10.83, el porcentaje de arena es mayor, sin embargo, menor al de la muestra de referencia; y predomina sobre todo la arena fina, mientras que en la muestra de referencia arena fina y gruesa están equilibradas. Cuanto más suave es la precipitación menor es el porcentaje de arena y mayor el de limo/arcilla.

La fracción mayor de 2 mm no se ha analizado, pero es necesario señalar, que en los periodos de precipitación torrencial (A4 14.11.82 y A4 15.10.83) en la ladera S se recogieron cantidades considerables de grava (16% en el 1^{er} caso y 10% en el 2^o).

CONCLUSIONES

Las tasas (preliminares) de descenso de suelo producidas por la arroyada superficial varían con el tipo de precipitación: en vertiente vegetada (18°) desde 0,00005 mm con 283,3 mm de precipitación suave hasta 0,003 mm con 286,3 mm de lluvias torrenciales; en vertientes desnudas (22,8°) desde 0,002 mm hasta mas de 0,057 mm.

El flujo de la arroyada selecciona para su transporte los materiales más finos: limo/arcilla y arena fina. Sólo cuando la precipitación es intensa arrastra también cantidades importantes de arena gruesa incluso a veces de grava, y clasifica bien las arenas.

La evolución de la vertiente desnuda, de sustrato predominantemente arenoso (70%), está sujeta a un control por transporte. La tasa de erosión es más sensible a las variaciones de intensidad de la precipitación, que en las vertientes vegetadas, donde el limo/arcilla no ha sido tan lavado.

EROSION EN ESTACION EXPERIMENTAL

Las cajas Gerlach son adecuadas para medir la erosión "normal". Para medir la erosión acelerada se necesita un método complementario, dado que la capacidad de la caja es insuficiente para absorber todo el sedimento y agua, surgiendo problemas de obstrucción del desagüe y desbordamiento de la caja.

PERIODO	P mm	>15 >20	A1 gr/l	A2 gr/l	A3 gr/l	A4 gr/l
1.7. -29.9.82	60,3	2 2	9,57/3,75 = 2,55	17,22/10,5 = 1,64		
29.9. -14.11.82	226,0	3 2	68,20/13 = 5,24+	117,20/10,5 = 11,16		
14.7. -14.11.82	280,8	5 4				1839,54/9,4 = 195,69+
14.11. -6.2.83	13,8	0 0	6,93/0,79 = 8,80	0,50/0,18 = 2,77	0,02/0,768 = 0,026	11,84/1,0 = 11,84
6.2. -15.10.83	138,4	5 1	6,20/10 = 0,62	37,26/10,4 = 3,56	10,43/5,15 = 2,025£	2769,57/9,55 = 290,00+
15.10. -18.11.83	43,2	1 1	0,60/5,85 = 0,10	2,00/3,95 = 0,50	0,37/3,65 = 0,100	15,57/9,9 = 1,57
18.11. -11.3.84	91,2	1 1	1,16/7,80 = 0,14	2,88/8,05 = 0,35	0,40/4,63 = 0,080	19,00/6,92 = 2,74
11.3. -13.6.84	148,9	4 0	0,87/9,90 = 0,08	0,66/7,75 = 0,08	1,49/7,40 = 0,200£	18,62/10,2 = 1,86

Cuadro 1: Relación peso de sedimento/litros de agua de escorrentía recogidos por caja y periodo de registro.

1 n° de días con precipitación superior a 15 mm/24 h y 20 mm/24 h

+ caja embozada

£ pinocha

FECHA	P mm	Días P		A1				A2				A3				A4			
		>15	>20	gr	Tm/Km ²	Tm/Há	mm	gr	Tm/km ²	Tm/há	mm	gr	Tm/km ₂	Tm/Há	mm	gr	Tm/km ²	Tm/há	mm
1.07.82-14.11.82 4,5 meses	286,30	5	4	77,77	4,32	0,0432	0,00187	134,42	7,46	0,0746	0,00324		—	—	—	1839,54	131,39	1,3139	0,05712
14.7.82-13.06-84 2 años	716,30	16	7	93,53	5,19	0,0519	0,00225	117,72	9,87	0,0987	0,00428		—	—	—	4676,14	334,01	3,3401	0,14522
6.2.83-11.03.84 13 meses	272,80	7	3	7,96	0,44	0,0044	0,00019	42,14	2,34	0,0234	0,00101	11,20	0,64	0,0064	0,00027	2806,14	200,43	2,0043	0,08714
15.10.83-13.06.84 8 meses	283,30	6	2	2,63	0,14	0,0014	0,00006	5,54	0,30	0,0070	0,00013	2,26	0,12	0,0012	0,00005	55,19	3,94	0,0394	0,00171

Cuadro 2: Tasas de erosión obtenidas para cada una de las laderas bajo observación en los períodos señalados.

EROSION EN ESTACION EXPERIMENTAL

Muestra	Arena%		Limo/Arcilla%
	Arena gruesa	Arena fina	
A ₁ m. ref.	55,04		44,96
	19,63	35,31	
A ₃ m. ref.	50,92		49,08
	21,38	28,54	
A ₄ m. ref.	70,64		29,36
	33,22	37,42	
A ₁ 14.11.82	45,64		54,36
	15,32	30,32	
A ₂ 29.09.82	14,62		85,38
	4,38	10,24	
A ₂ 14.11.82	18,55		81,45
	0,38	15,17	
A ₄ 15.10.83	65,12		34,88
	14,08	51,04	
A ₄ 18.11.83	45,71		54,29
	16,23	29,48	

Cuadro 3: Composición granulométrica del material de las laderas y del sedimento recogido en las cajas.

NEUS LA-ROCA CERVIGON

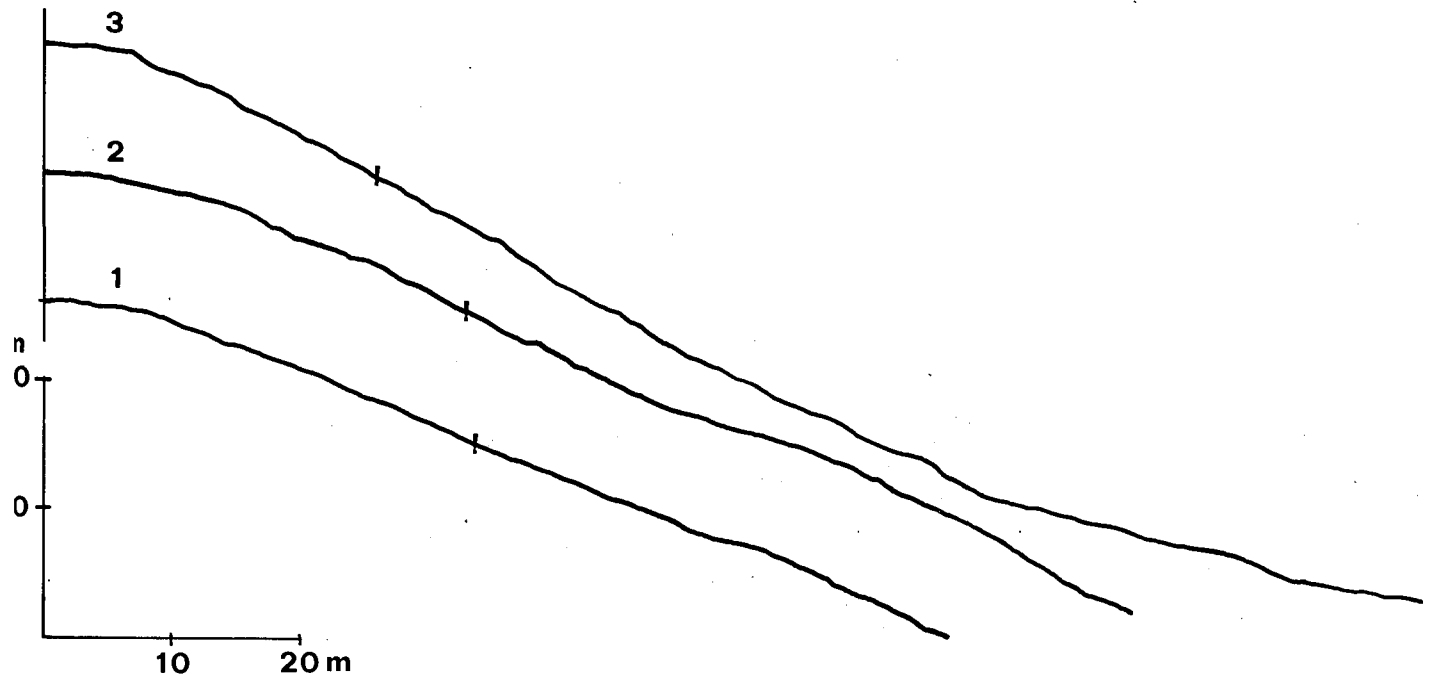


Figura 1. Perfiles de ladera.

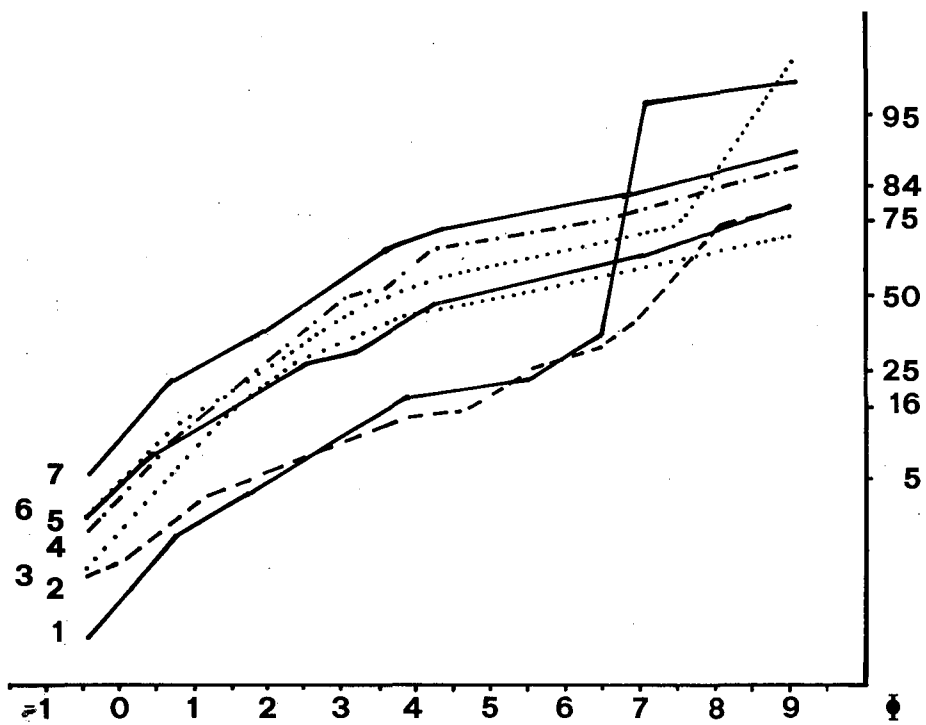


Figura 2. Granulometría de los sedimentos analizados. Curvas acumulativas. (En la fig. 3 se señala la muestra a la que corresponde cada curva).

EROSION EN ESTACION EXPERIMENTAL

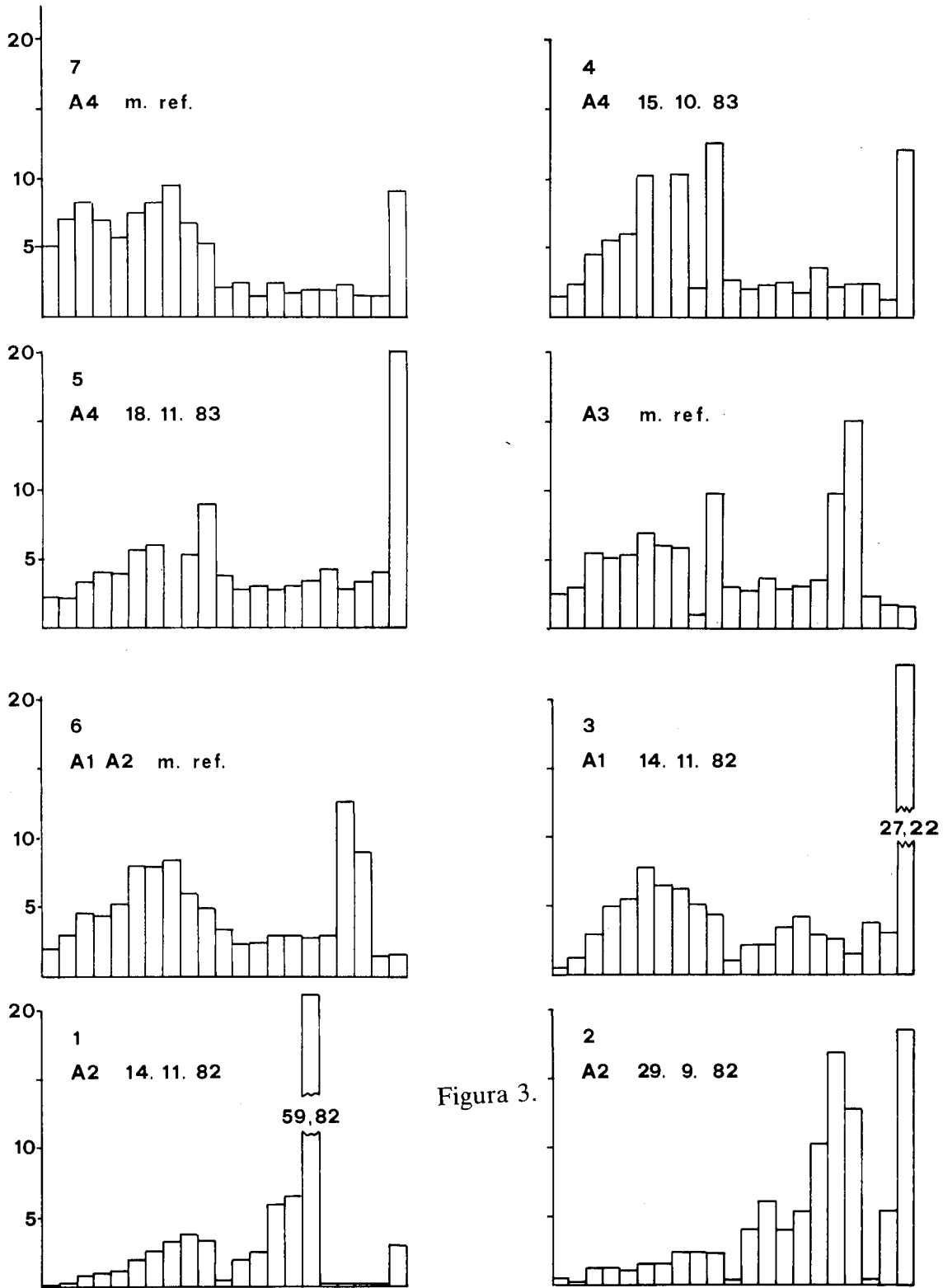


Figura 3.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- BOIX FERRERO, M. et al. (1982). La sequía de 1978-1981 en tierras valencianas. *Cuadernos de Geografía*, n. 30, pp. 25-40.
- CALVO CASES, A. & FUMANAL GARCIA, M.P. (1983). Repercusiones geomorfológicas de las lluvias torrenciales de octubre de 1982 en la cuenca media del río Júcar. *Cuadernos de Geografía*, n. 32-33, pp. 101-120, p. 105.
- DUNNE, Th. (1977). Evaluation of erosion conditions and trends in: KUNKLE, S.H. (ed.) *Guidelines for watershed management*, FAO Conservation, Guide 1, 53-63.
- ELIAS CASTILLO, F. (1979). *Precipitaciones máximas en España*, Ministerio de Agricultura, ICONA.
- GABERT (1964). Premiers résultats de mesures d'érosion sur les parcelles expérimentales dans la région d'Aix-en-Provence (Bouches du Rhône - France), *Z. Geomorph. Suppl. Bd. 5*, 213-214.
- GERLARCH (1966). Evolutions actuelles des versants dans les Carpathes, d'après l'exemple d'observations fixes. V Rapport de la Commission pour l'Etude de l'Evolution des Versants de l'UGI, ed. par Macar, Liège, 129-138.
- IGME, *Mapa Geológico de España*, E. 1:50 000, Hoja n. 694, Chulilla.
- SALA, M. (1983). Fluvial and slope processes in the Fuirosos Basin, Catalan Ranges, north east Iberian Coast. *Z. Geomorph. N.F. 27* (4), 393-411, p. 401.
- YOUNG, A. (1972). *Slopes*, Ed. Longman, London, 288 pp., p. 66-67.